

5. При работе котла на мазуте наблюдается нестабильность в паропроизводительности: после некоторого времени стабильной работы происходит снижение нагрузки, вызванное забиванием каналов мазутной форсунки. «Обстукивание» мазутной форсунки позволяет вновь увеличить подачу топлива, и, как следствие, паропроизводительность.

#### *Рекомендации*

- при очередном ремонте произвести уплотнение обмуровки котла с целью снижения присосов воздуха в котле;
- модернизировать тепловую изоляцию котла с целью достижения нормируемого значения температуры на поверхности (45 °С);
- рассмотреть возможность установки на тягодутьевые аппараты частотного привода для осуществления регулировки их нагрузки вместо направляющих аппаратов и вести работу котла по разработанным режимным картам;
- рассмотреть возможность установки на котле более эффективного стального экономайзера для увеличения теплосъёма от дымовых газов в конвективной части котла;
- рекомендуется рассмотреть вопрос эффективности очистки мазута, поступающего к форсункам от механических примесей.

#### Список использованных источников

1. Котёл паровой ДКВр-20-13-250ГМ (Е-20-1,4-250ГМ) [Электронный ресурс]. URL: [http://www.bikz.ru/production/kotly\\_paroviye/gaz\\_zhidkoe\\_toplivo/serii\\_dkvr\\_2\\_5\\_4\\_0\\_6\\_5\\_t\\_ch/e-20-1\\_4-250gmndkvr-20-13-250gm/](http://www.bikz.ru/production/kotly_paroviye/gaz_zhidkoe_toplivo/serii_dkvr_2_5_4_0_6_5_t_ch/e-20-1_4-250gmndkvr-20-13-250gm/) (дата обращения 10.11.2017).
2. Трембовля В. И., Фингер Е. Д., Авдеева А. А. Теплотехнические испытания котельных установок. М. : Энергия, 1977. 297 с.

УДК 697.971

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СПЛИТ-СИСТЕМЫ В СРЕДЕ SCADA**

# **SIMULATION OF WORK OF SPLIT SYSTEM IN THE SCADA SOFTWARE**

Бирюкова С. А., Некрасов А. В.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,

94\_svetlank@mail.ru, a.v.nekrasov@urfu.ru

Biryukova S. A., Nekrasov A. V.

Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** В работе рассматривается моделирование характера изменения полной и явной холодопроизводительности внутреннего блока сплит-системы, а также параметров воздуха в помещении при различной интенсивности поступления в него тепла и влаги. Модель основана на уравнениях теплового и массового баланса. Приводится алгоритм расчета параметров воздуха, реализованный в среде SCADA Omron CX Supervisor.

**Abstract:** The paper considers the simulation of the nature of the change in the total and apparent cooling capacity of the indoor unit of the split system, as well as the air parameters in the room, with different intensities of heat and moisture entering it. The model is based on the equations of heat and mass balance. The algorithm of air parameters calculation implemented in the environment of SCADA Omron CX Supervisor.

**Ключевые слова:** сплит-система; моделирование.

**Keywords:** split-system; modelling.

Основным назначением программных комплексов типа SCADA является визуализация работы и управление инженерным оборудованием при помощи контроллеров. В данной статье рассматривается их использование в качестве среды для создания

виртуальной модели, имитирующей работу внутреннего блока (испарителя) сплит-системы кондиционирования воздуха.

Кондиционер должен автоматически поддерживать заданную температуру путем изменения расхода циркулирующего через него воздуха при изменении параметров наружного воздуха и интенсивности поступления в помещение тепла и влаги.

Модель основана на уравнениях теплового и массового баланса. В помещение поступает вентиляционный воздух с расходом  $G$ . Его температура  $t_n$ , энтальпия  $i_n$ , абсолютное влагосодержание  $d_n$ . Внутри помещения воздух имеет параметры:  $t_b$ ,  $i_b$ ,  $d_b$ . Параметры воздуха на выходе из охладителя:  $t_f$ ,  $i_f$ ,  $d_f$ , а при температуре поверхности охладителя:  $t_w$ ,  $i_w$ ,  $d_w$ .

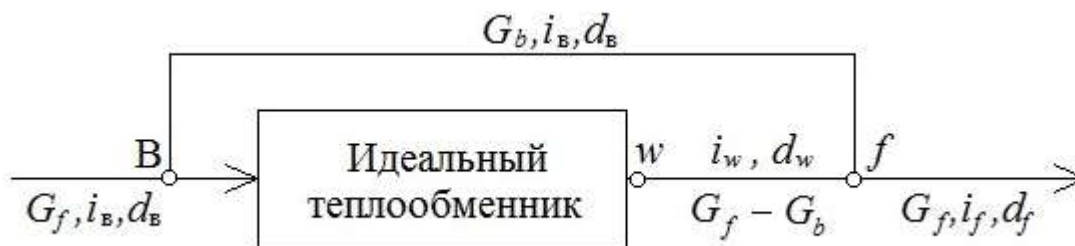
При расходе воздуха через охладитель  $G_f$ , на основании уравнений теплового баланса, находится полная холодопроизводительность охладителя:

$$Q_{\Pi} = G_f \cdot i_b + Q_m - G_f \cdot i_f - c_w \cdot G_f \cdot (d_b - d_f) \cdot t_w, \quad (1)$$

где  $c_w$  – удельная теплоемкость воды (конденсата).

Это тепло расходуется на испарение фреона при постоянной температуре  $t_w$  поверхности теплообменника.

В качестве модели реального охладителя рассматривается такой теплообменник, в котором непосредственно с поверхностью теплообмена контактирует только часть обрабатываемого воздуха (рисунок). При этом теплообменник считается идеальным в том смысле, что внутри него воздух охлаждается до температуры  $t_w$ , а его относительная влажность 100 %. На выходе из теплообменника потоки охлажденного и необработанного воздуха с расходом  $G_b$  смешиваются.



Модель охладителя

В качестве характеристики такого теплообменника вводится величина байпас-фактора [1]:

$$B_f = \frac{G_b}{G_f}. \quad (2)$$

Поскольку при смешении потоков воздуха

$$G_f \cdot i_f = G_b \cdot i_b + (G_f - G_b) \cdot i_w, \quad (3)$$

то с учетом (2)

$$B_f = \frac{i_f - i_w}{i_b - i_w}. \quad (4)$$

Байпас-фактор может быть найден для конкретного кондиционера по данным, приводимым в каталогах производителей.

При параметрах воздуха в помещении, отличающихся от приводимых в каталогах, байпас-фактор считается неизменным.

Поскольку в теплый период года относительная влажность наружного воздуха составляет не менее 50 %, работа испарителя в режиме «сухого» охлаждения не рассматривается.

Разработанный алгоритм базируется на известных термодинамических соотношениях для влажного воздуха [2] и методике расчета процесса охлаждения воздуха в жидкостном теплообменнике [3].

До начала расчета должны быть заданы: давление и температура, параметры наружного воздуха, его относительная влажность  $\phi_b$  и расход вентиляционного воздуха. Характеристиками помещения являются: тепло- и влаговыведение, а также требуемая температура воздуха  $t_z$ . Охладитель характеризуется температурой его поверхности и байпас-фактором.

В процессе расчета определяются: относительная влажность воздуха в помещении  $\phi_b$ , расход воздуха через охладитель, явная и полная холодопроизводительность теплообменника.

До начала расчета принимается, что  $\phi_b = \phi_n$ ,  $t_b = t_n$ ,  $G_f = 0$ . Далее расчеты выполняются в реальном времени в следующей последовательности.

1. Вычисляются все термодинамические параметры наружного (вентиляционного) воздуха.

2. Вычисляются все параметры внутреннего воздуха (на входе в испаритель).

3. Вычисляются все параметры воздуха при температуре испарителя и относительной влажности 100 %.

4. С учетом заданного байпас-фактора рассчитываются энтальпия и влагосодержание воздуха на выходе из теплообменника:

$$i_f = B_f \cdot (i_b - i_w) + i_w, \quad (5)$$

$$d_f = B_f \cdot (d_b - d_w) + d_w, \quad (6)$$

а также его температура.

5. Вычисляется количество конденсата, образовавшегося в испарителе  $G_k$ .

6. В соответствии с балансом тепла и влаги уточняются параметры воздуха в помещении.

Через заданный временной интервал SCADA-система корректирует расход воздуха через испаритель, осуществляя присвоение:

$$G_f = G_f + (t_b - t_z) \cdot K_I. \quad (7)$$

Коэффициент усиления  $K_I$  подбирается экспериментально.

Далее расчеты повторяются с п. 1.

При таком подходе SCADA-система позволяет в интерактивном режиме не только изменять произвольным образом заданные параметры, но и наблюдать изменение холодопроизводительности системы кондиционирования и параметров внутреннего воздуха во времени. Регулирование скорости обновления вычислений позволяет использовать программу для демонстрации зависимости параметров воздуха в помещении от вносимых изменений, придавая наглядность расчетам.

На практике данный алгоритм реализован в среде системы Omron CX Supervisor в виде виртуальной работы, которая может использоваться при лабораторном практикуме по дисциплине «Кондиционирование воздуха».

#### Список использованных источников

1. Штейн А. С. Кондиционеры фирмы DAIKIN: курс лекций [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sfkonvent.ru/dbfs/cdoc/doc10.pdf> (дата обращения 13.11.2017).
2. Богословский В. Н., Кокорин О. Я., Петров Л. В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. М. : Стройиздат, 1985. 367 с.
3. Колодяжный С. А., Сотникова К. Н., Кавыгин А. А. Автоматизированный расчет процесса охлаждения воздуха в жидкостном теплообменнике // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2013. Вып. 2. Т. 9. С. 98–102.

УДК 621.181:662.921

## **ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ВИХРЕВЫХ ГОРЕЛОК СО СЖАТИЕМ ПОТОКА НА ВХОДЕ КОНУСАМИ**

### **BASIC PROBLEMS OF CREATION OF WORTEX BURNERS WITH COMPRESSION OF THE FLOW AT THE INLET CONES**

Блинова Я. О., Потапов В. Н.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,  
blinyana@yandex.ru

Blinova Y. O., Potapov V. N.

Ural Federal University, Ekaterinburg

**Аннотация:** На базе анализа экологически безопасных горелок установлены проблемы создания новых конструкций.